

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-124906

(P2001-124906A)

(43)公開日 平成13年5月11日(2001.5.11)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 2 B 5/02		G 0 2 B 5/02	B 2 H 0 4 2
G 0 2 F 1/1335		G 0 2 F 1/1335	2 H 0 9 1

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平11-304314

(22)出願日 平成11年10月26日(1999. 10. 26)

(71)出願人 000003193

凸版印刷株式会社

東京都台東区台東1丁目5番1号

(72)発明者 佐藤 敦

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(72)発明者 ルイス・マヌエル・ムリジョーモラ

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

Fターム(参考) 2H042 BA06 BA14 BA20

2H091 FA32X FD01 KA01 LA16

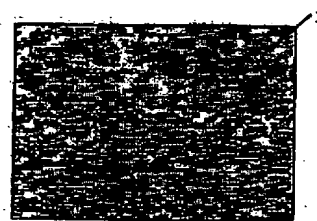
MA10

(54)【発明の名称】 軸外し異方性光散乱フィルムとそれを用いた表示装置

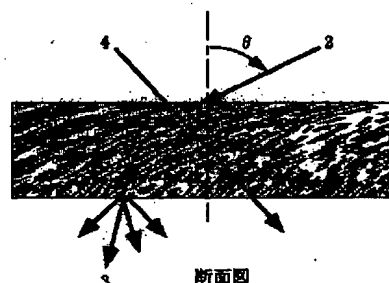
(57)【要約】

【課題】散乱異方性および散乱指向性を併せ持ち、観察位置によって表示光の色が変化しない光散乱性に加えて、軸外しの散乱指向性を持つ光散乱フィルムとそれを用いた表示装置を提供する。

【解決手段】フィルム内部で、屈折率の異なる部分が不規則な形状・厚さで分布し、屈折率の高低からなる帯状の濃淡を形成しており、特定のフィルム断面では、前記帯状の濃淡の伸びる方向が、フィルムの主面に対して傾斜しており、その傾斜方向がフィルムの厚さ方向に渡って徐々に変化した構成の光散乱フィルムを採用する。



平面図



断面図

BEST AVAILABLE COPY

(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】フィルム内部で、屈折率の異なる部分が不規則な形状・厚さで分布し、屈折率の高低からなる帯状の濃淡を形成しており、

特定のフィルム断面では、前記帯状の濃淡の伸びる方向が、フィルムの主面に対して傾斜しており、その傾斜方向がフィルムの厚さ方向に渡って徐々に変化した構成であり、

上記の傾斜方向に応じて、特定範囲の角度で入射する光については、光散乱を生じて、入射方向とは異なる光軸の中心を持つ方向に最も強い強度分布を持って出射し、それ以外の角度で入射する光については、光散乱を生じずに透過するような、

入射角度選択性およびオフアクシスな光散乱性を持つことを特徴とする軸外し異方性光散乱フィルム。

【請求項2】屈折率の高低からなる帯状の濃淡を形成する屈折率の異なる部分が、それぞれ大きさは不規則であり、フィルム表面では、縦長あるいは横長の形状で露出しており、

フィルム表面で露出した上記の形状に応じて、光散乱を生じて出射する範囲／方向が、横長あるいは縦長となるような、光散乱性に指向性を持つことを特徴とする請求項1記載の軸外し異方性光散乱フィルム。

【請求項3】各画素の発光／非発光を変調することにより、表示パターンが変更される画像表示素子に対して、前面側（観察者側）または背面側（観察者と反対側）に、請求項1または2に記載の軸外し異方性光散乱フィルムを配置した構成であることを特徴とする表示装置。

【請求項4】各画素の透過／非透過（あるいは、透明／散乱）を変調することにより、表示パターンが変更される画像表示素子に対して、前面側（観察者側）または背面側（観察者と反対側）に、請求項1または2に記載の軸外し異方性光散乱フィルムを配置した構成であることを特徴とする表示装置。

【請求項5】各画素の透過／非透過（あるいは、透明／散乱）を変調することにより、表示パターンが変更される液晶パネルに対して、液晶パネルを構成する前面側（観察者側）のガラスの表面（観察者側）または裏面（観察者と反対側）に、請求項1または2に記載の軸外し異方性光散乱フィルムを配置した構成であることを特徴とする表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光の入射角度に応じて散乱性が異なる（あるいは、入射角度選択性を持つ）と共に、光散乱特性に異方性を持つ光散乱フィルムと、それを適用して表示画像の視認性（明るさやコントラストなど）を向上したり、表示装置の消費電力の軽減が実現される表示装置に関する。

【0002】上記の表示装置としては、バックライトや

エッジライトなどの特殊光源を必要とせず、周辺光（日光や室内照明光など）からの反射光を表示光とするタイプの「反射型液晶表示装置」や、前記の特殊光源を擁するタイプの「透過型液晶表示装置」、または、その双方を兼ねるタイプである「反射・透過型液晶表示装置」が代表される。以後、本明細書では、本発明の適用は、液晶表示装置へのついて中心に説明する。また、本発明は、液晶表示装置に限らず、プラズマ・ディスプレイ（PDP）やエレクトロ・ルミネセンス（EL）などの、画素が自己発光するタイプの表示装置や、CRT方式のテレビ画面にも適用されうる。

【0003】なお、本発明において、「散乱」という用語と「拡散」という用語を光に関して使用する場合、これらは同義である。また、「フィルム」という用語と「シート」という用語も、本発明では同義語として使用される。

【0004】

【従来の技術】液晶表示装置では、観察の際の視野角を確保する（すなわち、表示装置の前面には、明るく表示画像を見せる）ことや、表示画面の全面に渡って均一な明るさで表示画像が見えるようにする目的で、装置の前面に光散乱フィルムを配置することが行なわれている。従来の光散乱フィルムとしては、表面をマット状に加工した樹脂フィルムや、内部に拡散材を包含した樹脂フィルムなどが用いられている。

【0005】しかし、上記のフィルムの場合、入射光の入射角度に依存した散乱性の変化といった機能（以後、散乱異方性と称する）を持たせることは原理上困難であり、現実にもそのような機能は持ちあわせていないため、表示装置に使用した際に不要な散乱光が生じ、表示の明るさやコントラストの低下、あるいは表示画像のぼけを招くという問題点がある。

【0006】表面をマット状に加工した光散乱フィルムの場合、フィルム表面をサンドブラスター処理のように物理的に加工してマット面を形成したり、あるいは、酸性またはアルカリ性の溶液による溶解処理により化学的にマット面を形成する。マット面（凹凸の形状など）の制御により、散乱光の出射範囲／方向（以後、散乱指向性と称する）を制御することは可能であるが、散乱異方性までも制御することは、原理的に困難である。

【0007】また、内部に拡散材を包含した光散乱フィルムにおいても、散乱異方性を制御するために、拡散材の屈折率、大きさ、形状などを制御する試みも為されているが、技術的に難易度が高く、実用上十分であるとは言えないのが現状である。

【0008】一方、後方散乱特性がほとんどなく前方散乱特性が強い（周辺光が表示装置へ入射する際にのみ光散乱を生じ、装置から表示光が出射する際には光散乱を生じない）という散乱異方性をもつ散乱板を用いた反射型液晶表示装置に関する提案として、特開平8-201

(3)

3

802号公報が公知である。

【0009】上記公報では、散乱板の構成は具体的に説明されておらず、「透明微細粒子を透明な重合性高分子で固めたもの」とだけ記載されている。このような散乱板では、上述した「内部に拡散材を包含した光散乱フィルム」と同様に、散乱異方性（前方か後方か）を制御できたとしても、散乱指向性までも制御するのは難しい。

【0010】また、散乱板としてホログラムを用いた透過型液晶表示装置に係る提案として、特開平9-152602号公報が公知である。上記提案は、バックライトを有する液晶表示装置からの出射表示光を散乱させるものであり、散乱板としてホログラムを採用しているため、散乱異方性や散乱指向性を制御することも容易ではあるが、必然的に分光（波長分散）を伴ってしまうため、観察する視点を移動するに応じて、表示光の色が変化して視覚されることになる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】このように、各種の公知技術では、散乱異方性と散乱指向性の双方の光散乱性を備えると共に、観察位置によって表示光の色が変化しない光散乱シートに係る報告はされていない。

【0012】本発明は、散乱異方性（前方か後方か、および入射角度の選択性）を持たせ、散乱指向性（縦横の散乱範囲・方向）までも制御することが容易であると共に、観察位置によって表示光の色が変化しない特性の光散乱フィルムとそれを用いた表示装置を提供することを目的とする。

【0013】上記目的を達成するために、スペックルパターンを利用した光散乱フィルムに係る提案として、本出願人は、特願平10-346743号を出願している。スペックルパターンとは、「コヒーレント性の良い光が粗面または光拡散体で散乱反射または透過した時に生ずる明暗の斑点模様」のことであり、上記出願の概要は、以下の通りである。

【0014】フィルム内で、屈折率の異なる部分が不規則な形状・厚さで分布して、屈折率の高低からなる濃淡模様が形成された構成であり、屈折率のほぼ等しい第1の領域と、それとは異なる屈折率のほぼ等しい第2の領域とから形成される。第1および第2の領域は、不規則ではあるがおよそ帯状の形状であり、フィルム表面に露出する形状・分布により散乱指向性が決定され、フィルムの断面での分布形態により散乱異方性が決定される。

【0015】すなわち、第1および第2の領域がフィルム表面に露出する形状はおよそ帯状であるが、入射光はその短軸方向に散乱されることになり、また、それらの分布が密であるほど散乱の度合いが大きくなる。フィルムの断面では、第1および第2の領域はおよそ層状になるが、入射光が層に平行に近い角度で入射すると光散乱を生じるが、層に垂直に近い角度で入射すると光散乱を生じず単純に透過する。

4

【0016】上記出願においても、入射光と等しい光軸の散乱出射光（すなわち、散乱光の光軸の中心が、入射光の光軸の中心と等しい）に係る散乱指向性のみが記載されているが、「オフアクシス＝軸外し」の散乱指向性（すなわち、散乱光の光軸の中心が、入射光の光軸の中心とは異なる）については、記載されていない。

【0017】特に、本発明では、散乱異方性および散乱指向性を併せ持ち、観察位置によって表示光の色が変化しない光散乱性に加えて、軸外しの散乱指向性を持つ光散乱フィルムとそれを用いた表示装置を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に記載の光散乱フィルムは、フィルム内部で、屈折率の異なる部分が不規則な形状・厚さで分布し、屈折率の高低からなる帯状の濃淡を形成しており、特定のフィルム断面では、前記帯状の濃淡の伸びる方向が、フィルムの主面に対して傾斜しており、その傾斜方向がフィルムの厚さ方向に渡って徐々に変化した構成であり、上記の傾斜方向に応じて、特定範囲の角度で入射する光については、光散乱を生じて、入射方向とは異なる光軸の中心を持つ方向に最も強い強度分布を持って出射し、それ以外の角度で入射する光については、光散乱を生じずに透過するような、入射角度選択性およびオフアクシスな光散乱性を持つことを特徴とする。

【0019】請求項2は、屈折率の高低からなる帯状の濃淡を形成する屈折率の異なる部分が、それぞれ大きさは不規則であり、フィルム表面では、縦長あるいは横長の形状で露出しており、フィルム表面で露出した上記の形状に応じて、光散乱を生じて出射する範囲／方向が、横長あるいは縦長となるような、光散乱性に指向性を持つことを特徴とする請求項1記載の軸外し異方性光散乱フィルムである。

【0020】本発明の請求項3に記載の表示装置は、各画素の発光／非発光を変調することにより、表示パターンが変更される画像表示素子に対して、前面側（観察者側）または背面側（観察者と反対側）に、請求項1または2に記載の軸外し異方性光散乱フィルムを配置した構成であることを特徴とする。

【0021】請求項4に記載の表示装置は、各画素の透過／非透過（あるいは、透明／散乱）を変調することにより、表示パターンが変更される画像表示素子に対して、前面側（観察者側）または背面側（観察者と反対側）に、請求項1または2に記載の軸外し異方性光散乱フィルムを配置した構成であることを特徴とする。

【0022】請求項5に記載の表示装置は、液晶表示装置に関するものであり、各画素の透過／非透過（あるいは、透明／散乱）を変調することにより、表示パターンが変更される液晶パネルに対して、液晶パネルを構成する前面側（観察者側）のガラスの表面（観察者側）また

(4)

5

は裏面（観察者と反対側）に、請求項1または2に記載の軸外し異方性光散乱フィルムを配置した構成であることを特徴とする。

【0023】＜作用＞本発明の光散乱フィルムは、その製造にあたり、散乱異方性（入射角度選択性）および散乱指向性を制御することが容易であり、表示装置に適用した場合に、表示画像の観察範囲（視域）を適切に設定することができ、設定範囲での表示輝度を向上させることができる。

【0024】特に、「軸外し」の散乱指向性を持つため、反射型液晶表示装置への適用の際に、入射する周辺光（太陽光や照明光）が正反射する方向以外に、表示光となる散乱光を出射させることが可能となる。

【0025】このことは、以下のような意味を持つ。つまり、光散乱フィルムが散乱異方性（入射角度選択性）を持っていたとしても、散乱異方性に合致して光散乱を生じる場合には、入射光と散乱出射光とは、互いの中心光路は正反射の関係となる。

【0026】反射型液晶表示装置では、周辺光が正反射する方向に、最も輝度の高い表示光が出射することになるが、同時に正反射方向は、表示面の最外に配置される透明部材（一般に、ガラス）の表面での照り返し（ギラツキ）の影響が最も強い方向であり、逆に表示光が見えにくくなることがある。

【0027】軸外しの散乱指向性を付与することで、周辺光が正反射する方向以外の方向（一般に、表示装置の正面方向）に、最も輝度の高い表示光を出射させることができ、上記したギラツキによる弊害が回避される。

【0028】また、反射型液晶表示装置以外の用途では、光散乱フィルムの持つ入射角度選択性のため、表示画像光は適切な範囲に散乱するが、それ以外の方向から入射する光（例えば周辺光）は散乱せずに直接透過するため、表示画像光以外の光によるコントラストの低下を招くことがない。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明を説明する。図1は、本発明の光散乱フィルムの一例を示す説明図であり、平面図と特定の断面における断面図である。

【0030】同図に示すように、光散乱フィルムの内部では、屈折率の異なる部分が不規則な形状・厚さで分布し、屈折率の高低からなる帯状の濃淡（同図では、白・黒で表現する）を形成している。

【0031】特定のフィルム断面を表す断面図では、前記帯状の濃淡の伸びる方向が、フィルムの主面に対して左下がり傾斜した状態で、屈折率の異なる部分が分布している。

【0032】また、その傾斜方向は、フィルムの厚さ方向に渡って徐々に変化（同図の下側に行くにつれて、濃淡の伸びる方向が、フィルムの主面に垂直に近づいてい

6

る）した構成となっている。

【0033】図1の光散乱フィルム1の光学特性について、まず、断面図で考える。屈折率の異なる部分が分布して、帯状の濃淡が傾斜して伸びる方向に概ね沿った角度（フィルム1の垂線から角度 θ をなす、図の矢印2の方向）で入射する光に対しては、光散乱が生じることになる。

【0034】上記方向とは異なる（概ね垂直な）角度（図の矢印4の方向）で入射する光に対しては、単なる透明フィルムとして機能し、入射光は散乱されずに出射する。

【0035】光散乱フィルム1では、屈折率の異なる部分の傾斜して伸びる方向がフィルムの厚み方向で徐々に変化しており、入射光は、これに沿った方向に強く光散乱が生じる特性があり、光散乱が生じる角度でフィルムに光線が入射する場合、フィルムから出射する散乱光は、入射光の入射角度とは異なる方向（図の矢印3の方向）を中心に広がることになる。

【0036】次に、平面図で考えると、屈折率の異なる部分は、フィルム表面では不規則に分布しているため、ホログラムのような規則性がなく、そのため、光の回折現象によって引き起こされる色分散が生じない。従って、本発明の光散乱フィルムによれば観察位置による出射光の色変化は生じず、理想的な白色を呈することになる。

【0037】屈折率の異なる部分の形状が縦長（あるいは、横長）であると、その部分に入射する光が散乱出射する場合には、それぞれの部分からの出射光の光散乱特性が、横長（あるいは、縦長）となるような指向性を持つ。図1では、形状が横長であるから出射光は縦長に散乱することになる。このことは、光散乱フィルム1の作製工程で後述する。

【0038】図2は、本発明の光散乱フィルム1の持つ入射角度選択性の一例を示すグラフである。図中、実線5で示すように、特定の入射角度範囲（図では 0° から 60° ）の光に対してはヘイズ値が80%以上あり、逆にそれとは対称な入射角度（図では -60° から 0° ）の光に対してのヘイズ値は20%以下となっており、これが本明細書で言う光散乱性の散乱異方性（入射角度選択性）を指す。

【0039】図3は、本発明の光散乱フィルム1の持つ軸外しの機能の一例を示すグラフである。同図は、入射角度 30° （図2で、ヘイズ値が80%以上である角度の1つ）にて、照明光が本発明の光散乱フィルム1に入射した場合の、出射する散乱光の強度分布を示すグラフである。

【0040】同図に示されるように、出射光は、 10° の方向に最も強い散乱光が生じている。つまり、入射角度である 30° とは異なる方向に光軸をずらしたことであり、これが、本明細書で言う軸外し（アフアク

(5)

7

シス) 機能を目指す。

【0041】また、上述したように、屈折率の異なる部分のフィルム表面上の形状が横長（あるいは、縦長）であると、その部分に入射する光が散乱出射する場合には、それぞれの部分からの出射光の光散乱特性が、縦長（あるいは、横長）となるような指向性を持つ。例えば、図1のように形状が横長であると、光散乱フィルムからの散乱出射光は、図4（散乱光分布）に示すように、縦長の楕円形となるような分布となる。

【0042】図5は、本発明の光散乱フィルム1を適用した反射型液晶表示装置について、要部を概念的に示す断面図である。表示装置は、液晶パネル6と、その背面（非観察者側）に配置された正反射性もしくは散乱性の反射板7と、液晶パネル6の前面（観察者側）に配置された光散乱フィルム1とで構成されている。

【0043】反射板7は、図示のように液晶パネル6と別体ではなく、液晶パネル6中に、液晶の駆動電極を兼ねる反射体（反射電極と称する）として内在したタイプでも良い。また、反射板7が半透過性（反射と透過の双方の機能）であり、反射板7のさらに背面（非観察者側）にバックライトを要する場合は、反射・透過型液晶表示装置としての適用も可能である。

【0044】尚、同図では説明の便宜上、光散乱フィルム1、液晶パネル6、反射板7をそれぞれ離間させて図示しているが、実際には一体積層されている。また、液晶の種類によっては、偏光板や位相差板その他の光学フィルム、または、カラーフィルター、配向膜、透明電極などが使われる場合もあるが、図示は省略する。

【0045】液晶パネル6は、一般的な構造のものとなり、印加電圧の有無に応じて入射光を変調し、白／黒（透過／非透過）の切り替え表示を行なう。

【0046】光散乱フィルム1は、図示のように、入射光8が液晶表示装置の前面側から光散乱フィルム1に入射する際に光散乱が生じ、入射光とは光軸がずれた散乱光9として出射させる。散乱光9は、液晶パネル6の背面側の反射板7で反射し、光散乱フィルム1を透過して前面に出射する。この際、光散乱フィルム1は、出射する散乱光10を2次散乱させずにそのまま透過させる。

【0047】このように、光散乱フィルム1の持つ散乱異方性（入射角度選択性）により、表示光出射の際の不必要な散乱を生じることがなく、画素の写り込みによる所謂2重像を生じることがないため、表示像のぼけを軽減させることが実現される。加えて、散乱指向性（特に、軸外し機能）により、不要な散乱を軽減し、表示装置の正面での表示の明るさやコントラストを向上させることが実現される。

【0048】液晶表示装置の液晶表示パネル6には、R、G、B画素に対応してカラーフィルタを搭載したカラー表示用パネルまたはモノクロ表示用パネルのいずれを使用しても良い。また、液晶表示装置は、TN方式、

8

STN方式、ゲストホスト方式、ポリマー分散型など、液晶の駆動方式には制約を受けるものではない。

【0049】次に、本発明の光散乱フィルム1の構造について、更に詳細に説明する。上述したように、本発明の光散乱フィルム1の内部には、屈折率の異なる部分が不規則な形状・厚さで分布することにより、屈折率の高低からなる濃淡模様が形成されている。

【0050】この屈折率の差異は、小さすぎると散乱性が悪くなり、逆に大きすぎるとどのような角度で光が入射しても光散乱が生じてしまうことになり、入射角選択性の特性を持たせることが困難となる。そのため、表面上の屈折率差だけでは光散乱が生じず、フィルム1に厚みがあることで十分な散乱性を持つような最適な屈折率差である必要がある。

【0051】本発明では、上記条件に適合するように、屈折率差は0.001から0.2の範囲で適宜選択し、フィルム厚みは屈折率差に応じて1000 μ mから1 μ mの範囲で適宜選択している。

【0052】記録できる屈折率差は、フィルムの作製方法や記録材料などにより制限を受けるため、大きな屈折率差を持つ場合はフィルムを薄く、小さな屈折率差を持つ場合はフィルムを厚くすることで、本発明の光散乱フィルムを実現することが可能である。一例を挙げると、平均屈折率が1.52で厚みが20 μ mのフィルム中に、屈折率が1.56（屈折率差0.04）の部分の分布させて、濃淡模様の形成することで、十分な散乱性と入射角度選択性を持つ光散乱フィルムを得ることができた。

【0053】フィルム内の濃淡の分布（特定断面での、带状の濃淡が傾斜して伸びる方向）は、光散乱フィルムのアプリケーション毎に異なるが、図5に示した反射型液晶表示装置用の前面散乱板を例にとると、表示装置に対する垂線方向（0°方向）から60°方向（装置正面より上方）までから入射する光を散乱させ、逆に垂線方向から-60°方向（装置正面より下方）までの光に対しては散乱を生じない機能が、実用上では望ましい。このため、角度30°（斜め上方）での入射光に対して最も効率的に光散乱を生じさせる必要があり、この例では、フィルム界面での光の屈折を考慮して、フィルム前側の表面周辺では、上記濃淡の分布は、フィルム垂線方向から約19°傾いた状態で分布する。

【0054】尚、光線の方向（角度）は、基準面に対する垂線を0°とみなし、時計回りを+、反時計回りを-として考えるのが、光学分野では一般的である。従って、図5では、入射光について考えると、入射光8は、入射面から観察者側に立てた垂線より時計回りに上方から入射するため、+の入射角度である。出射光について考えると、散乱光9は、出射面から反射板7側に立てた垂線より時計回りに下方へ出射するため、+の出射角度である。散乱光10は、出射面から観察者側に立てた垂

(6)

9

線より反時計回りに下方へ出射するため、一の出射角度となる。

【0055】図3に示すような軸外しの機能を実現させるために、本発明の光散乱フィルムは、上記の傾斜角度がフィルムの厚み方向に対して徐々に変化している構造となっている。

【0056】図5に示す反射型液晶表示装置用の前面散乱板を例にとると、液晶表示装置が概ねその垂線方向（ 0° ＝正面）から -20° 方向（装置正面から下方）の間で観察されることが多いため、入射角度 30° の入射光8については、光軸の中心をずらした散乱光9とすることが望ましい。（散乱光9の出射角度は $+20^\circ$ を中心とし、散乱光10の出射角度は -20° を中心とすることになる）

【0057】このため、図5に示す光散乱フィルム1は、 30° 方向からの入射光を、光軸の中心を -10° ずらした方向に散乱させるように、フィルム厚み方向に対して屈折率の異なる部分の傾斜角度が徐々に変化した構造としている。

【0058】この例では、フィルム界面での光の屈折を考慮して、前記傾斜角度は、フィルム表面近傍（図1断面図の上側）では、上記した通り、フィルムに対する垂線方向から約 19° 傾いており、そこからフィルム裏面（図1断面図の下側）に向かって、徐々に傾斜角度が小さくなり、フィルム裏面近傍では、フィルムに対する垂線方向から約 6.5° 傾斜した構造としている。

【0059】屈折率の異なる部分の大きさは、光散乱を生じさせるためにランダムで規則性はないが、必要な散乱性を持たせるために、その平均の大きさは直径で $0.1\mu\text{m}$ から $300\mu\text{m}$ の範囲内で、それぞれの用途での必要な散乱性に応じて適宜選択される。

【0060】一例として、 $12\mu\text{m}$ の平均の大きさを持つ屈折率の高低からなる濃淡模様とすることで、約 $\pm 40^\circ$ 程度の散乱広がりをもつ散乱性が得られた。

【0061】また、光散乱に指向性を持たせるために、フィルム（図1平面図）の縦方向と横方向とでは、屈折率の異なる部分の平均の大きさを異ならせている。一例として、縦方向に伸びた楕円状に光散乱を生じさせるために、縦方向での平均サイズは $12\mu\text{m}$ であるが、横方向での平均サイズは $50\mu\text{m}$ という横長の形状とすることで、縦方向に約 $\pm 40^\circ$ 、横方向には約 $\pm 10^\circ$ という散乱指向性を持つ光散乱フィルムが得られた。

【0062】また、本発明の光散乱フィルムは、本明細書中ではフィルムという用語で統一して述べたが、例えば、ガラス基板や樹脂基板のような硬質基板上に形成されたシートであっても良い。

【0063】従って、図5の液晶表示装置において、本発明の光散乱フィルム1は、同図に示すように、液晶パネル6とは別体のフィルムでなくとも、例えば、液晶パネル6の前面ガラス11上に形成された形態であっても

10

良い。

【0064】このとき、本発明の光散乱フィルム1は、前面ガラス11の観察者側あるいは液晶層側のどちらであっても、上記の機能に変わりなく利用できる。

【0065】以下、本発明の光散乱フィルムを作製する手段について説明する。本発明の光散乱フィルムは、光学的な露光手段により作製することができる。

【0066】図6は、図1に示す構造の光散乱フィルム1を、スペックルパターンを利用して作製する光学系の一例を示す説明図である。レーザー光源14から出たレーザー光15ですりガラス16を照射する。すりガラス16のレーザー照射側とは反対の面には、所定距離Fにおいて感光材料19を配置し、すりガラス13で透過散乱したレーザー光が作り出す複雑な干渉パターンであるスペックルパターンが感光材料19に露光記録される。

【0067】この際、図示のようにレーザー光15と感光材料19は所定角度 α だけ傾いて配置されているため、スペックルパターンは感光材料中で、所定角度だけ傾いて露光記録されることになる。

【0068】この角度が、光散乱フィルム1中の屈折率の異なる部分の傾き（すなわち、図2に示す入射角度選択性の散乱ピーク角度 θ ）に相当することになるので、前記角度は用途に応じて 0 から 60° 程度の範囲内で適宜選択される。当然のことながら、光散乱フィルム1中の屈折率の異なる部分の傾きと、入射角度選択性の散乱ピーク角度 θ とは、フィルム界面での光の屈折現象が介在するため、異なる角度である。

【0069】また、レーザー光15と感光材料19との傾き角度 α と、入射角度選択性の散乱ピーク角度 θ とも、使用する感光材料によっては、記録、現像などの処理工程によって異なる場合もある。

【0070】露光記録に使用するレーザー光源14は、アルゴンイオンレーザーの 514.5nm 、 488nm または 457.9nm の波長のうち、感光材料の感度に応じて適宜選択して使用することができる。また、アルゴンイオンレーザー以外でも、コヒーレント性の良いレーザー光源であれば使用可能であり、例えば、ヘリウムネオンレーザーやクリプトンイオンレーザーなどが使用できる。

【0071】また、ここで使用する感光材料19は、レーザー光による露光部と未露光部との屈折率の変化の形態を記録できる感光材料であり、記録しようとする濃淡模様より高い解像力を持ち、その厚みの方向にもパターンを記録できるような材料である必要がある。

【0072】このような記録材料としては、体積型ホログラム用感光材料が利用でき、アグファ社製ホログラム用銀塩感光材料8E56乾板、デュポン社製ホログラム用感光材料HRFフィルムあるいは重クロム酸ゼラチン、ポラロイド社製DMP-128記録材料などが使用可能である。

(7)

11

【0073】「光測定ハンドブック 朝倉書店 田幸敏治ほか著 1994年11月25日発行」の記述 (p. 266 ~ p. 268) によれば、濃度や位相が位置によってランダムな値を示すようなスペックルパターンでは、前記パターンの大きさは、感光材料から拡散板を見込む角度に反比例して、パターンの平均径が決定される。従って、拡散板の大きさを、水平方向よりも垂直方向で大きくした場合、感光材料上に記録されるパターンは、水平方向よりも垂直方向が細かいものとなる。

【0074】図6の光学系での作製方法によるスペックルパターンでは、使用するレーザー光15の波長 λ およびすりガラス16の大きさD、すりガラス16と感光材料19との距離Fが、記録されるスペックルパターンの平均サイズdを決定することになり、一般に、dは次式で表される。

$$d = 1.2 \lambda F / D$$

【0075】また、このスペックルパターンの奥行き方向の平均長さtは

$$t = 4.0 \lambda (F/D)^2$$

で表される。

【0076】以上より、 λ および F/D の値を最適化することで、所望の散乱性を持つように所望の3次元的な屈折率分布を持つ光散乱層2を得ることが出来る。一例として、 $\lambda = 0.5 \mu\text{m}$ で、 $F/D = 2$ とすると、 $d = 1.2 \mu\text{m}$ 、 $t = 8 \mu\text{m}$ となり、フィルム表面上の濃淡模様は平均 $1.2 \mu\text{m}$ で分布し、フィルムの厚み方向には、前記傾斜角度に従った方向に平均 $8 \mu\text{m}$ の大きさで分布することになる。

【0077】ただし、これらの大きさはあくまでも平均の大きさであり、実際にはこれらの大きさを中心に大小様々な大きさで、屈折率の異なる部分が表面上および奥行き方向に傾斜して分布することになる。

【0078】上述の手段により作製された光散乱フィルムは、そのままでは、原理的にフィルムの厚み方向に渡って、変化のない同じ傾斜角度 ϕ で、屈折率の異なる部分が分布するコトになる。(図7a参照)

【0079】「軸外し」の機能を持つ異方性光散乱フィルムを実現するためには、フィルムの厚み方向に渡って、徐々に前記傾斜角度を変化させる必要があり、その手段について、以下に説明する。

【0080】屈折率の異なる部分の傾斜角度 ϕ を変動させることは、屈折率の異なる部分が既に記録された光散乱フィルム1のフィルム厚Lを変化させることで為される。すなわち、図7aに示したような同一の傾斜角度 ϕ で記録された光散乱フィルムのフィルム厚Lを、図7bに示すようにL'に増加させると、それに従って、傾斜角度 ϕ が ϕ' に変化する原理を利用する。

【0081】フィルムの厚さ方向で、全体に渡って一様にフィルム厚を変化させず、図7cに示すように、フィルム表面近傍(図中、X近傍)ではあまり厚み変動がな

12

く、フィルム裏面近傍(図中、Y近傍)で厚みの増大が大きければ、本発明の軸外し異方性光散乱フィルムを実現できる。

【0082】光散乱フィルムを構成する材料に応じて、厚みを変動させる処理方法が異なるため、一例として、デュポン社製ホログラム用感光材料「HRFフィルム」を用いた場合について説明する。

【0083】HRFフィルムは、ホログラムの露光記録後に、同じデュポン社から市販されている「CTFフィルム」をラミネートし、所定の処理(加熱およびUV露光定着)により、感光材料自身の厚みを変化させて、ホログラムの再生色を変化させられる特性を持っている。

【0084】このことは、当該技術分野においては公知であるが、この際、その処理工程により、厚みの変動を制御することも可能である。

【0085】「PROCEEDINGS OF SPIE」Volume 3637, p196, "Holographic Diffusive Reflectors for Reflective color LCDs" 中のFig. 7 およびその説明にて述べられているように、膜厚増加のメカニズムは、CTF中のモノマーがHRFフィルム中へ拡散していき、その厚みを増加させるというものである。このため、CTFとHRFをラミネートした後のモノマーの拡散時間を制御することで、HRFのCTFに面した側では大きく膜厚が増加し、CTFをラミネートしていない反対側では膜厚がそれほど大きく増加しない条件があり得る。

【0086】上述した反射型液晶表示装置用の前面散乱板を例にとると、HRFフィルムに上記手段により異方性光散乱フィルムを露光記録後(傾斜角度 19°)、CTFフィルムをHRFフィルム裏面側にラミネートし、40秒ほど 120°C で加温放置してからUV露光による定着を行なうことで、フィルム厚み方向で屈折率の異なる部分の傾斜角度が、フィルム表面近傍で約 19° 、裏面近傍で約 6.5° である軸外し異方性光散乱フィルムを得ることができる。

【0087】光散乱フィルム1に散乱指向性を付与するには、図6の光学系で用いるすりガラスの大きさを縦横で異ならせて、長方形あるいは楕円形としたすりガラス16を光学系に配置することにより実現できる。

【0088】一例を挙げると、すりガラス16の大きさDが縦(y)方向と横(x)方向で異なり、前記 $(F/Dx) = 2$ 、 $(F/Dy) = 20$ で、他の条件が上記と同じだとすると、スペックルパターンの横方向の平均サイズ $dx = 1.2 \mu\text{m}$ で、縦方向の平均サイズ $dy = 12 \mu\text{m}$ となり、縦横比1:10の平均サイズのスペックルパターンが得られる。

【0089】このように露光記録することで、縦横方向の散乱性が異なる散乱異方性を持つ光散乱フィルムが得られることになる。

【0090】上述の作製手段は、あくまで一例であり、本発明はこれに限るものではなく、あるいは光学的な露

(8)

13

光手段でない作製方法においても、本発明の光散乱フィルムは実現される可能性がある。

【0091】

【発明の効果】以上のように、本発明によって、散乱異方性と散乱指向性の双方の光散乱性を備え、観察位置によって表示光の色が変化しないだけでなく、軸外しの散乱指向性を持つ光散乱フィルムが提供される。

【0092】すなわち、本発明の光散乱フィルムでは、フィルムに対して所定範囲の角度で入射する光については単なる透明フィルムとして機能するため、光散乱性に入射角度選択性を持つと共に、光散乱が生じる角度で光が入射した際に、その入射角度とは光軸を外して異なる方向へ散乱光を生じるという散乱指向性を持つ。そのため、光散乱の発生を要する光と光散乱の発生が不要な光とを、フィルムへの入射角度に応じて分離し、且つ必要な散乱光を所望の方向へ偏向することができる。

【0093】本発明の光散乱フィルムを表示装置に適用した場合には、表示装置への入射光による不要な散乱を生じることなく、適正な観察位置（およそ、装置正面）での表示の明るさ、精細さ、見易さ、コントラストを向上し、且つ表示画像のぼけを軽減させるなどの効果がある。

【0094】また、光散乱フィルム内での屈折率の異なる部分は、フィルム表面では不規則に分布しているため、ホログラムで見られるような観察位置に応じた出射光の色変化は生じない。

【0095】加えて、光散乱が生じる入射角度で光が入射した際に、その散乱光の広がり角が、縦横で異なるような散乱指向性をも併せ持つことが可能である。そのため、必要な範囲・方向にのみ散乱光を出射することが出来、結果として、表示装置に用いた場合に、不要な散乱を生じることなく表示の明るさ、コントラストを向上させるなどの効果がある。

【0096】

14

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光散乱フィルムを示す説明図。（平面図と断面図）

【図2】本発明の光散乱フィルムの持つ入射角度選択性の一例を示すグラフ。

【図3】本発明の光散乱フィルムの持つ散乱異方性（軸外し機能）を示す出射光強度分布の一例を示すグラフ。

【図4】本発明の光散乱フィルムが持つ散乱指向性を示す説明図。

10 【図5】本発明の光散乱フィルムを用いた反射型液晶表示装置について、要部を概念的に示す断面図。

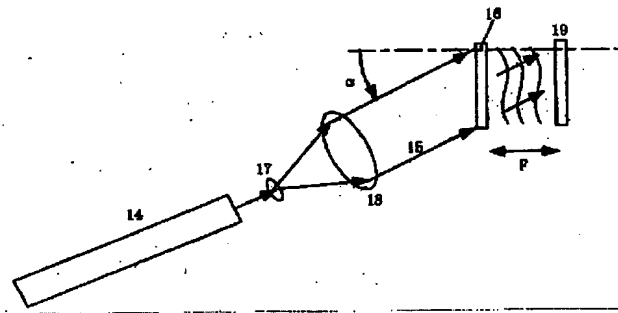
【図6】図1に示す光散乱フィルムを、スペックルパターンを利用して作製する光学系の一例を示す説明図。

【図7】本発明の光散乱フィルムに、軸外し機能を付与する作製手段を概念的に示す説明図。

【符号の説明】

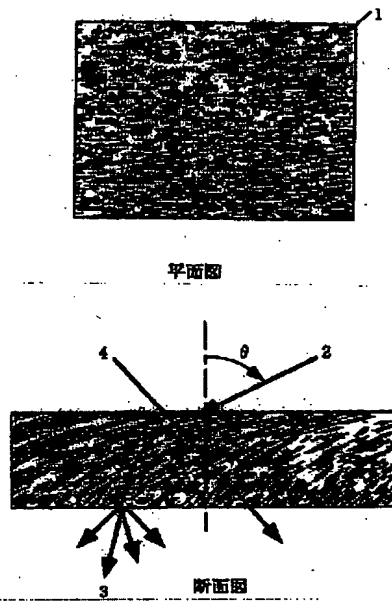
- 1…光散乱フィルム
- 2…散乱方向から入射する照明光
- 3…光散乱フィルムからの出射散乱光
- 4…透過方向から入射する照明光
- 5…実測したヘイズ値のプロット
- 6…液晶パネル
- 7…反射板
- 8…周辺照明光
- 9…散乱光
- 10…出射散乱光
- 11…液晶パネルの前面ガラス板
- 12…液晶層
- 13…液晶パネルの背面ガラス板
- 14…レーザー光源
- 15…レーザー光
- 16…すりガラス
- 17…ビームエキスパンダー
- 18…コリメーター
- 19…感光材料

【図6】

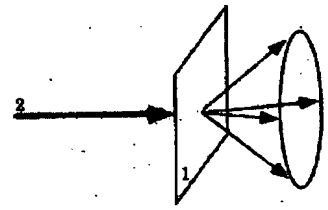


(9)

【図 1】



【図 4】

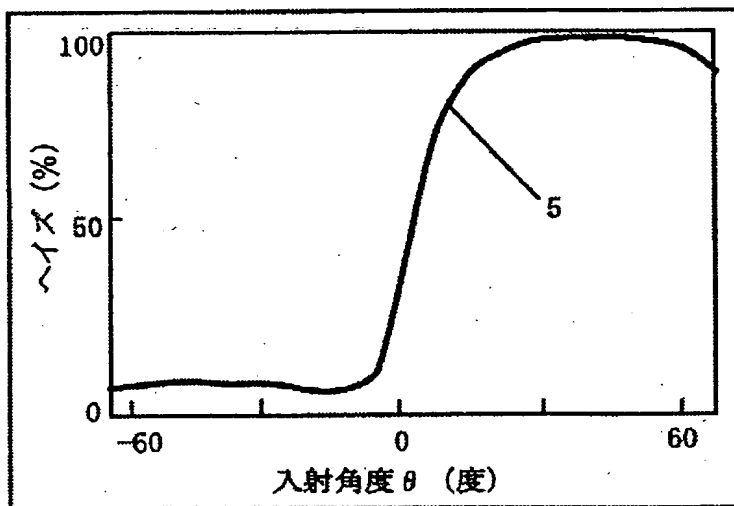


散乱模式図



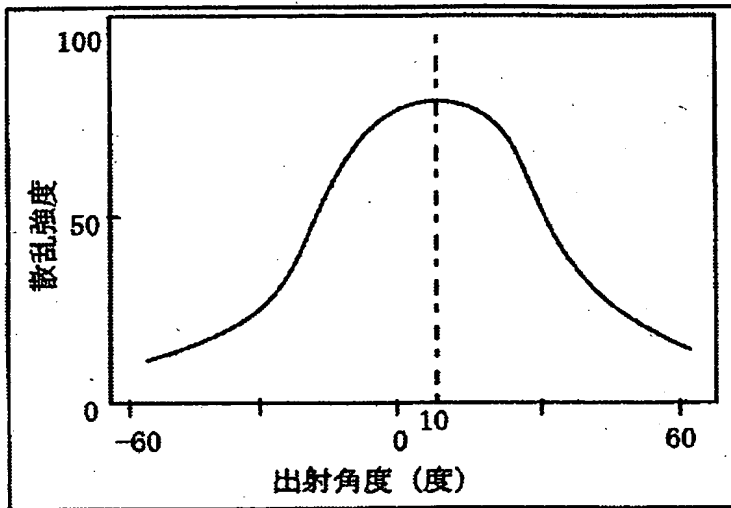
散乱光分布

【図 2】

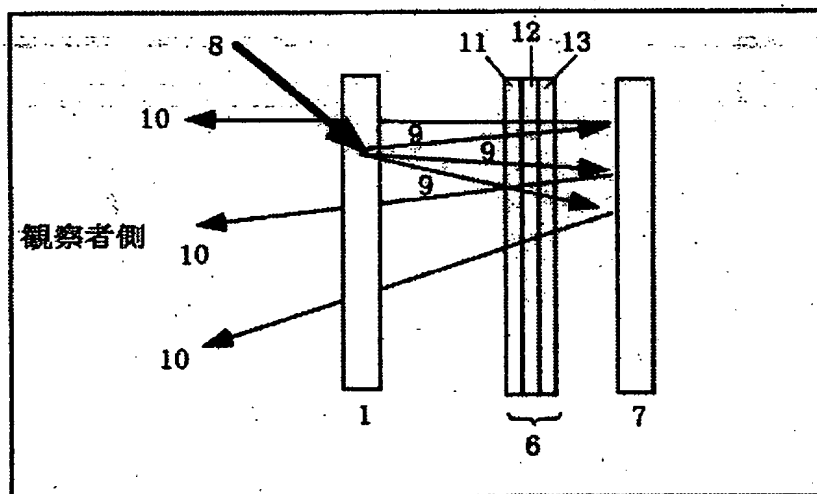


(10)

【図3】

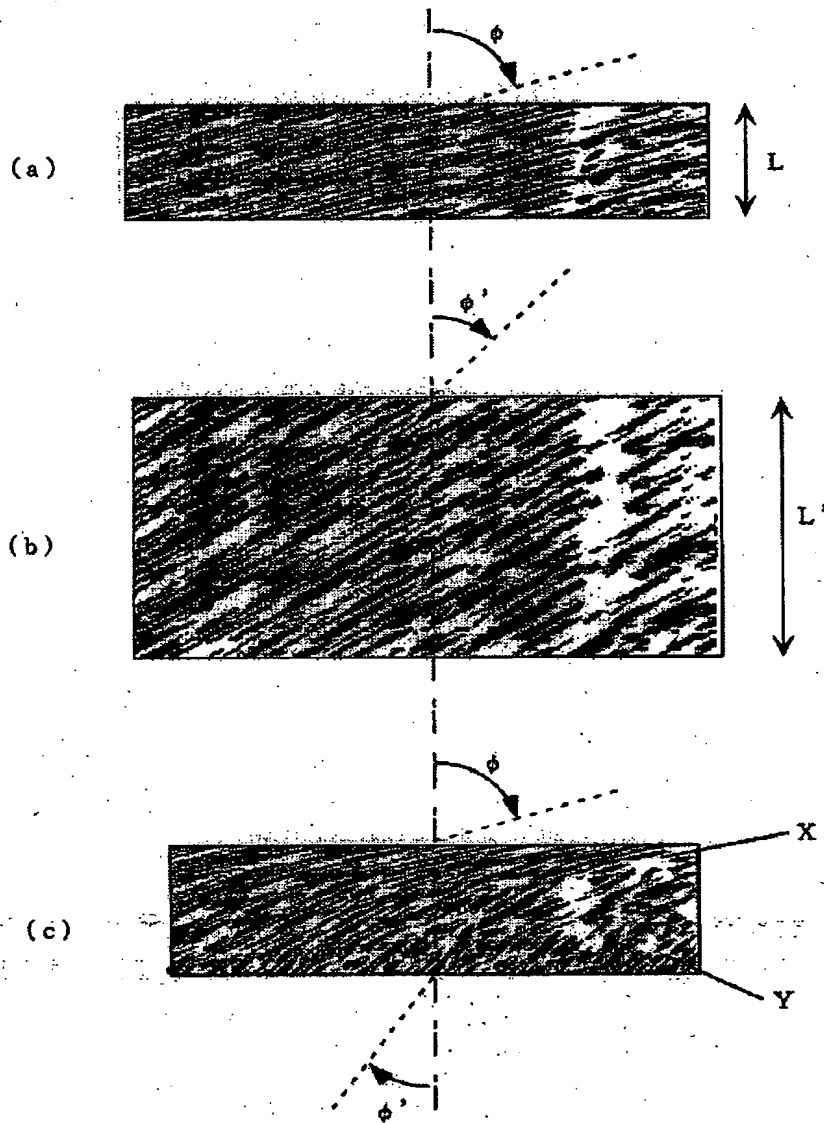


【図5】



(11)

【図7】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-124906

(43)Date of publication of application : 11.05.2001

(51)Int.Cl. G02B 5/02
G02F 1/1335

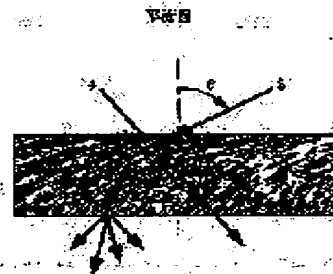
(21)Application number : 11-304314 (71)Applicant : TOPPAN PRINTING CO LTD
(22)Date of filing : 26.10.1999 (72)Inventor : SATO ATSUSHI
LUIS MANUEL MURIJOMORA

(54) OFF-AXIS ANISOTROPIC LIGHT-SCATTERING FILM AND DISPLAY DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a light-scattering film, having both scattering anisotropy and scattering directivity and having off-axis scattering directivity as well as light-scattering property by which the color of display light will not vary according to a viewing position and to obtain a display device using the light-scattering film.

SOLUTION: In this light-scattering film, parts different in refractive indices are distributed in irregular shape and thickness and zonal shading due to high and low refractive indices is formed. In a specified cross-section of the film, the extension direction of the zonal shading is tilted toward the principal surface of the film, and a light-scattering film is used in which the tilt direction varies gradually over the thickness direction of the film.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.09.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

[Claim(s)]

[Claim 1] It is distributed by a configuration and thickness with the part irregular inside a film from which a refractive index differs, and the band-like shade which consists of height of a refractive index is formed. In a specific film cross section The direction where said band-like shade is extended inclines to the principal plane of a film. The inclination direction is the configuration of having crossed in the thickness direction of a film and having changed gradually, and according to the above-mentioned inclination direction about the light which carries out incidence at an angle of the specific range About the light which produces light scattering and carries out outgoing radiation with the intensity distribution strongest against a direction with the core of a different optical axis from the direction of incidence and which carries out incidence at the other include angle The off-axis anisotropic light-scattering film characterized by having selectivity and light-scattering nature [axis off] whenever [incident angle / which is penetrated without producing light scattering].

[Claim 2] It is the off-axis anisotropic light-scattering film according to claim 1 characterized by for the part from which the refractive index which forms the band-like shade which consists of height of a refractive index differs to have directivity in light-scattering nature from which the range/direction where outgoing radiation of the light scattering is produced and carried out according to the above-mentioned configuration which is irregular as for magnitude, had exposed in the configuration longwise or oblong on a film front face, respectively, and was exposed on the film front face becomes oblong or longwise.

[Claim 3] The display characterized by being the configuration which has arranged the off-axis anisotropic light-scattering film according to claim 1 or 2 to the front-face or tooth-back side (observer side) (an observer and opposite side) to the image display component with which a display pattern is changed by modulating luminescence/nonluminescent one of each pixel.

[Claim 4] The display characterized by being the configuration which has arranged the off-axis

anisotropic light-scattering film according to claim 1 or 2 to the front-face or tooth-back side (observer side) (an observer and opposite side) to the image display component with which a display pattern is changed by modulating transparency/nontransparent of each pixel (or transparenence/dispersion).

[Claim 5] The display characterized by being the configuration which has arranged the off-axis anisotropic light-scattering film according to claim 1 or 2 to the liquid crystal panel with which a display pattern is changed by modulating transparency/nontransparent of each pixel (or transparenence/dispersion) at the front face (observer side) or rear face (the observer and opposite side) of glass by the side of the front face which constitutes a liquid crystal panel (observer side).

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] this invention -- whenever [incident angle / of light] -- responding -- dispersion nature -- differing (or it having selectivity whenever [incident angle]) -- with the application of the light-scattering film which has an anisotropy in a light-scattering property, and it, the visibility (brightness, contrast, etc.) of a display image is improved, or it is related with the display with which mitigation of the power consumption of a display is realized.

[0002] As the above-mentioned indicating equipment, the special light source of a back light, an edge light, etc. is not needed, but the "reflective mold liquid crystal display" of the type which makes display light the reflected light from ambient light (daylight, indoor illumination light, etc.), the "transparency mold liquid crystal display" of the type which has the aforementioned special light source, or "reflection / transparency mold liquid crystal display" that is the type which serves both as the both sides is represented. henceforth -- this specification -- application of this invention -- a liquid crystal display -- it attaches and explains to a core. Moreover, this invention is applied not only to a liquid crystal display but to the indicating equipment of the type in which pixels, such as a plasma display (PDP) and electroluminescence (EL), carry out self-luminescence and the television screen of a CRT method, and it deals in it.

[0003] In addition, in this invention, when using the vocabulary "dispersion", and the vocabulary "diffusion" about light, these are synonymous. Moreover, the vocabulary a "film", and the vocabulary a "sheet" are also used as a synonym by this invention.

[0004]

[Description of the Prior Art] In the liquid crystal display, what (that is, a display image is brightly shown as the front face of a display) the angle of visibility in the case of observation is secured for, and arranging a light-scattering film in the front face of equipment in order to cross all over the display screen and to make a display image visible with uniform brightness are performed. As a conventional light-scattering film, the resin film into which the front face was processed in the shape of a mat, the resin film which included the dispersing agent inside are used.

[0005] However, a principle top is difficult for giving a function (a dispersion anisotropy being called henceforth) called change of the dispersion nature depending on whenever [incident angle / of incident light] in the case of the above-mentioned film, since it does not have such [actually] a function with it, when it is used for a display, the unnecessary scattered light arises and it has the trouble cause the brightness of a display, the fall of contrast, or dotage of a display image.

[0006] In the case of the light-scattering film into which the front face was processed in the shape of a mat, it is physically processed like sand blaster processing of a film front face, and a mat side is formed or a mat side is chemically formed by dissolution processing by the acid or alkaline solution. It is theoretically difficult to control by control of mat sides (concavo-convex configuration etc.) to a dispersion anisotropy, although it is possible to control the outgoing radiation range / the direction of the scattered light (for dispersion directivity to be called henceforth).

[0007] Moreover, also in the light-scattering film which included the dispersing agent inside, in order to control a dispersion anisotropy, it succeeds in the attempt which controls the refractive index of a dispersing agent, magnitude, a configuration, etc., and difficulty is technically high and the present condition is being unable to say that it is enough practically.

[0008] JP,8-201802,A is well-known as a proposal about the reflective mold liquid crystal display using the scattered plate in which does not almost have a backscattering property and a forward-scattering property, on the other hand, has the dispersion anisotropy of being strong (light scattering not being produced in case light scattering is produced only in case ambient light carries out incidence to a display, and display light carries out outgoing radiation from equipment).

[0009] The configuration of a scattered plate is not concretely explained by the above-mentioned official report, but is indicated in it "to be a briquette with a transparent polymerization nature macromolecule about a transparence very fine particle." It is difficult to control by such

scattered plate to dispersion directivity, even if a dispersion anisotropy (are they the front or back?) is controllable like "the light-scattering film which included the dispersing agent inside" mentioned above.

[0010] Moreover, JP,9-152602,A is well-known as a proposal concerning the transparency mold liquid crystal display using the hologram as a scattered plate. Although the above-mentioned proposal is easy to control a dispersion anisotropy and dispersion directivity since it scatters the outgoing radiation display light from a liquid crystal display which has a back light and has adopted the hologram as a scattered plate, in order to be inevitably accompanied by the spectrum (wavelength dispersion), it responds for moving the view to observe, and the color of display light will change and vision will be carried out.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Thus, with various kinds of well-known techniques, while having a dispersion anisotropy and the light-scattering nature of the both sides of dispersion directivity, the report concerning the light-scattering sheet from which the color of display light does not change is not carried out by the observation location.

[0012] This invention gives a dispersion anisotropy (selectivity of the front, back, and whenever [incident angle]), and it aims at offering the light-scattering film of the property that the color of display light does not change with observation locations, and the display using it while it is easy to control to dispersion directivity (the dispersion range and direction in every direction).

[0013] In order to attain the above-mentioned purpose, these people have applied for Japanese Patent Application No. No. 346743 [ten to] as a proposal concerning the light-scattering film using a speckle pattern. A speckle pattern is "a spot pattern of light and darkness which a good light of coherent nature produces in a split face or an optical diffuser scatter reflection or when it penetrates", and the outline of the above-mentioned application is as follows.

[0014] It is the configuration that the shade pattern over which the part from which a refractive index differs is distributed by irregular configuration and thickness and which it becomes from the height of a refractive index within a film was formed, and is formed from the 1st almost equal field of a refractive index, and the 2nd almost equal field of a different refractive index from it. Although the 1st and 2nd fields are irregular, about, it is a band-like configuration, and dispersion directivity is determined by the configuration and distribution exposed to a film

front face, and a dispersion anisotropy is determined by the distribution gestalt in the cross section of a film.

[0015] That is, although the configuration exposed to a film front face has the 1st and 2nd beltlike fields about, incident light will be scattered about in the direction of a minor axis, and the degree of dispersion becomes large, so that those distribution is dense. In the cross section of a film, although the 1st and 2nd fields become layer-like about, if incident light carries out incidence of them at the include angle near a layer in parallel, they will produce light scattering, but if incidence is carried out at the include angle perpendicularly near a layer, will not produce light scattering but will penetrate it simply.

[0016] although only the dispersion directivity concerning the dispersion outgoing radiation light (that is, the core of the optical axis of the scattered light is equal to the core of the optical axis of incident light) of an optical axis equal to incident light is indicated also in the above-mentioned application -- "the outside of an off axis = shaft -- carrying out --" -- dispersion directivity (that is, the core of the optical axis of the scattered light differs from the core of the optical axis of incident light) is not indicated.

[0017] Especially, in this invention, it has a dispersion anisotropy and dispersion directivity, and, in addition to the light-scattering nature from which the color of display light does not change with observation locations, aims at offering the display using a light-scattering film and it with the dispersion directivity of *****.

[0018]

[Means for Solving the Problem] The light-scattering film of this invention according to claim 1 It is distributed by a configuration and thickness with the part irregular inside a film from which a refractive index differs, and the band-like shade which consists of height of a refractive index is formed. In a specific film cross section The direction where said band-like shade is extended inclines to the principal plane of a film. The inclination direction is the configuration of having crossed in the thickness direction of a film and having changed gradually, and according to the above-mentioned inclination direction about the light which carries out incidence at an angle of the specific range About the light which produces light scattering and carries out outgoing radiation with the intensity distribution strongest against a direction with the core of a different optical axis from the direction of incidence and which carries out incidence at the other include angle, it is characterized by having selectivity and light-scattering nature [axis off] whenever [incident angle / which is penetrated without

producing light scattering].

[0019] Claim 2 is the off-axis anisotropic light-scattering film according to claim 1 characterized by to have directivity in the light-scattering nature from which the range/direction where the part from which the refractive index which forms the band-like shade which consists of height of a refractive index differs produces and carries out outgoing radiation of the light scattering according to the above-mentioned configuration which is irregular respectively as for magnitude, had exposed in the configuration longwise or oblong on a film front face, and was exposed on the film front face becomes oblong or longwise.

[0020] The display of this invention according to claim 3 is characterized by being the configuration which has arranged the off-axis anisotropic light-scattering film according to claim 1 or 2 to the front-face or tooth-back side (observer side) (an observer and opposite side) by modulating luminescence/nonluminescent one of each pixel to the image display component with which a display pattern is changed.

[0021] A display according to claim 4 is characterized by being the configuration which has arranged the off-axis anisotropic light-scattering film according to claim 1 or 2 to the front-face or tooth-back side (observer side) (an observer and opposite side) to the image display component with which a display pattern is changed by modulating transparency/nontransparent of each pixel (or transparence/dispersion).

[0022] A display according to claim 5 is characterized by being the configuration which has arranged the off-axis anisotropic light-scattering film according to claim 1 or 2 at the front face (observer side) or rear face (the observer and opposite side) of glass by the side of the front face which constitutes a liquid crystal panel (observer side) about a liquid crystal display to the liquid crystal panel with which a display pattern is changed by modulating transparency/nontransparent of each pixel (or transparence/dispersion).

[0023] The light-scattering film of <operation> this invention is easy to control a dispersion anisotropy (whenever [incident angle] selectivity) and dispersion directivity in the manufacture, when it applies to a display, it can set up appropriately the observation range of a display image (viewing area), and it can raise the display brightness in a setting range.

[0024] especially -- "the outside of a shaft -- carrying out --" -- since it has dispersion directivity, it becomes possible to carry out outgoing radiation of the scattered light which

turns into display light in addition to the direction which the ambient light (sunlight and illumination light) which carries out incidence reflects regularly in the case of application to a reflective mold liquid crystal display.

[0025] This has the following semantics. That is, though the light-scattering film has a dispersion anisotropy (whenever [incident angle] selectivity), in agreeing in a dispersion anisotropy and producing light scattering, the main optical path with mutual incident light and dispersion outgoing radiation light serves as relation of specular reflection.

[0026] Although a high display light of brightness will carry out outgoing radiation in the direction which ambient light reflects regularly most in a reflective mold liquid crystal display, the effect [in the front face of the transparence member (generally glass) arranged out of ** of the screen] of reflection (flash) is the strongest direction, and display light may stop easily the direction of specular reflection being able to be visible to coincidence conversely.

[0027] The outgoing radiation of the high display light of brightness can be made to carry out in the direction (generally the direction of a transverse plane of a display) of [other than the direction which ambient light reflects regularly] most by giving the dispersion directivity of *****, and the evil by the above-mentioned flash is avoided.

[0028] Moreover, although display image light is scattered on the suitable range for applications other than a reflective mold liquid crystal display whenever [incident angle / which a light-scattering film has] for selectivity, since the light (for example, ambient light) which carries out incidence from the other direction is penetrated directly, without being scattered about, it does not cause the fall of the contrast by light other than display image light.

[0029]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is explained based on a drawing. Drawing 1 is the explanatory view showing an example of the light-scattering film of this invention, and is a top view and a sectional view in a specific cross section.

[0030] As shown in this drawing, inside a light-scattering film, the part from which a refractive index differs is distributed by irregular configuration and thickness, and forms the band-like shade (in this drawing, it expresses by white-black) which consists of height of a refractive index.

[0031] With the sectional view showing a specific film cross section, after the lower left has inclined [the direction where said band-like shade is extended] in ** to the principal plane of a film,

the part from which a refractive index differs is distributed.

[0032] Moreover, the inclination direction has the composition of having crossed in the thickness direction of a film and having changed gradually (the direction where a shade is extended approaching at right angles to the principal plane of a film as it goes to this drawing bottom).

[0033] The optical property of the light-scattering film 1 of drawing 1 is first considered with a sectional view. The part from which a refractive index differs will be distributed and light scattering will arise to the light which carries out incidence at the include angle (the direction of the arrow head 2 of drawing which makes an include angle theta from the perpendicular of a film 1) which met in the direction in which a band-like shade is inclined and extended in general.

[0034] To the light which carries out incidence at a different (it is perpendicular in general) include angle (the direction of the arrow head 4 of drawing) from the above-mentioned direction, it functions as a mere bright film and outgoing radiation of the incident light is carried out, without being scattered about.

[0035] The direction which the part from which a refractive index differs inclines with the light-scattering film 1, and is extended is changing gradually in the thickness direction of a film, incident light has the property which light scattering produces in the direction in alignment with this strongly, and when a beam of light carries out incidence to a film at the include angle which light scattering produces, the scattered light which carries out outgoing radiation from a film will spread centering on a different direction (the direction of the arrow head 3 of drawing) from whenever [incident angle / of incident light].

[0036] Next, if it thinks with a top view, the chromatism which it does not have regularity like a hologram since the part from which a refractive index differs is irregularly distributed on the film front face, therefore is caused by the diffraction phenomena of light will not arise. Therefore, according to the light-scattering film of this invention, it will not be generated but color change of the outgoing radiation light by the observation location will present ideal white.

[0037] When the light which carries out incidence to the configuration of a part where refractive indexes differ being longwise (or oblong) at the part carries out dispersion outgoing radiation, the light-scattering property of the outgoing radiation light from each part has being oblong (or longwise) and the directivity which becomes. In drawing 1, since the configuration is oblong, outgoing radiation light will be scattered about longwise. This is later mentioned with the making process of

the light-scattering film 1.

[0038] Drawing 2 is a graph which shows an example of selectivity whenever [incident angle / which the light-scattering film 1 of this invention has]. As a continuous line 5 shows among drawing, whenever [specific incident angle], to the light of the range (from 0 degree to 60 degrees [Drawing 1], the Hayes value over the light of whenever [those / with 80% or more / and incident angle / with symmetrical it] (in drawing - from 60 degrees to 0 degree) is 20% or less, and the Hayes value points out conversely the dispersion anisotropy (whenever [incident angle] selectivity) of the light-scattering nature which this says on these specifications.

[0039] Drawing 3 is a graph which shows an example of the function of ***** which the light-scattering film 1 of this invention has. This drawing is a graph which shows the intensity distribution of the scattered light which carries out outgoing radiation when the illumination light carries out incidence to the light-scattering film 1 of this invention whenever [incident angle] at 30 degrees (one of the include angles whose Hayes values it is drawing 2 and are 80% or more).

[0040] As shown in this drawing, the scattered light strongest against a 10-degree direction has produced outgoing radiation light. That is, in 30 degrees which is whenever [incident angle], it carries out in the different direction the shaft which is supposed to have shifted the optical axis and this says on these specifications outside (AFUAKUSHISU), and a function is pointed out to it.

[0041] Moreover, as mentioned above, when the light which carries out incidence to the configuration on the film front face of the part from which a refractive index differs being oblong (or longwise) at the part carries out dispersion outgoing radiation, the light-scattering property of the outgoing radiation light from each part has being longwise (or oblong) and the directivity which becomes. For example, as the dispersion outgoing radiation light from a light-scattering film indicates drawing 4 (scattered-light distribution) that a configuration is oblong like drawing 1, it becomes the distribution which serves as a longwise ellipse form.

[0042] Drawing 5 is the sectional view showing an important section notionally about the reflective mold liquid crystal display which applied the light-scattering film 1 of this invention. The display consists of a liquid crystal panel 6, a reflecting plate 7 of the specular reflection nature arranged at the tooth back (non-observer side), or dispersion nature, and a light-scattering film 1 arranged in the front face (observer side) of a liquid crystal panel 6.

[0043] The type which was inherent like illustration as a reflector (a reflector is called) which serves as the drive electrode of liquid crystal in a liquid crystal panel 6 and not another object but the liquid crystal panel 6 is sufficient as a reflecting plate 7. Moreover, a reflecting plate 7 is semi-permeable (function of the both sides of reflection and transparency), and when the pan of a reflecting plate 7 takes a back light at a tooth back (non-observer side), the application alga as a reflection / transparency mold liquid crystal display is possible.

[0044] In addition, although the light-scattering film 1 after [expedient] explaining, a liquid crystal panel 6, and a reflecting plate 7 are made to estrange, respectively and are illustrated in this drawing, the laminating is really carried out in fact. Moreover, illustration is omitted although the optical film of a polarizing plate, a phase contrast plate, and others or a color filter, the orientation film, a transparent electrode, etc. may be used depending on the class of liquid crystal.

[0045] A liquid crystal panel 6 consists of a thing of general structure, modulates incident light according to the existence of applied voltage, and performs the change display of white/black (transparency/nontransparent).

[0046] Like illustration, in case incident light 8 carries out incidence to the light-scattering film 1 from the front-face side of a liquid crystal display, light scattering arises, and outgoing radiation of the light-scattering film 1 is carried out to incident light as the scattered light 9 from which the optical axis shifted. It reflects with the reflecting plate 7 by the side of the tooth back of a liquid crystal panel 6, and the scattered light 9 penetrates the light-scattering film 1, and it carries out outgoing radiation to a front face. Under the present circumstances, the light-scattering film 1 is made to penetrate as it is, without scattering the secondary scattered light 10 which carries out outgoing radiation.

[0047] Thus, since unnecessary dispersion in the case of display light outgoing radiation is not produced and the so-called double image by the reflect lump which is a pixel is not produced by the dispersion anisotropy (whenever [incident angle] selectivity) which the light-scattering film 1 has, making dotage of a display image mitigate is realized. In addition, mitigating unnecessary dispersion and raising the brightness and contrast of a display at the front of a display with dispersion directivity (carrying out shaft outside especially function), is realized.

[0048] Any of the panel for color displays which carried the color filter corresponding to R, G, and B pixels, or the panel for monochrome displays may be used for the liquid crystal display panel 6

of a liquid crystal display. Moreover, a liquid crystal display does not receive constraint for TN method, a STN method, a guest host method, polymer distributed process input output equipment, etc. in the drive method of liquid crystal.

[0049] Next, the structure of the light-scattering film 1 of this invention is further explained in a detail. As mentioned above, the shade pattern which consists of height of a refractive index is formed in the interior of the light-scattering film 1 of this invention by being distributed by a configuration and thickness with the irregular part from which a refractive index differs.

[0050] If the difference in this refractive index is too small, dispersion nature will worsen, if too conversely large, no matter light may carry out incidence at what include angle, light scattering will arise, and it becomes difficult to give the property of incident angle selectivity. Therefore, it is necessary to be the optimal refractive-index difference which has dispersion nature sufficient because light scattering does not arise only with the refractive-index difference in a front face but thickness is in a film 1.

[0051] In this invention, the refractive-index difference was suitably chosen in 0.001 to 0.2, and film thickness is suitably chosen from 1000 micrometers in 1 micrometer according to a refractive-index difference so that the above-mentioned conditions may be suited.

[0052] Since a recordable refractive-index difference receives a limit with the production approach of a film, a record ingredient, etc., when it has a big refractive-index difference, it is thin in a film, and when it has a small refractive-index difference, it is thickening a film, and it can realize the light-scattering film of this invention. When an example was given, the refractive index was able to distribute the part of 1.56 (refractive-index difference 0.04) by 1.52 in the film whose thickness is 20 micrometers, and the average refractive index was able to obtain the light-scattering film which has selectivity whenever [sufficient by forming shade pattern dispersion nature, and incident angle].

[0053] Although distribution (direction where the band-like shade in a specific cross section is inclined and extended) of the shade in a film differs for every application of a light-scattering film. The light which carries out incidence is scattered, from [as opposed to / when the front scattered plate for reflective mold liquid crystal displays shown in drawing 5 is taken for an example / a display] a perpendicular (the direction of 0 degree) up to the direction (it is the upper part from an equipment transverse plane) of 60 degree -- since -- Conversely, the function

which does not produce dispersion from a perpendicular to the light to the direction (it is a lower part from an equipment transverse plane) of -60 degree is desirable on practical use. For this reason, it is necessary to produce light scattering most efficiently to incident light with an include angle of 30 degrees (slanting upper part), and in this example, in consideration of the optical refraction in a film interface, on the outskirts of surface by the side of before a film, distribution of the above-mentioned shade is distributed, after about 19 degrees has inclined from a film perpendicular.

[0054] In addition, as for the direction of a beam of light (include angle), it is common in the optical field to consider that the perpendicular to datum level is 0 degree, and to consider + and a counterclockwise rotation for a clockwise rotation as -. Therefore, in drawing 5, considering incident light, in order to carry out incidence of the incident light 8 from the upper part more nearly clockwise than the perpendicular stood to the observer side from plane of incidence, it is whenever [incident angle / of +]. Considering outgoing radiation light, in order to carry out outgoing radiation of the scattered light 9 to a lower part more nearly clockwise than the perpendicular stood to the reflecting plate 7 side from the outgoing radiation side, it is the outgoing radiation include angle of +. In order to carry out outgoing radiation of the scattered light 10 to a lower part more nearly counterclockwise than the perpendicular stood to the observer side from the outgoing radiation side, it serves as an outgoing radiation include angle of -.

[0055] In order to realize the function of ***** as shown in drawing 3, the light-scattering film of this invention has the structure where whenever [above-mentioned tilt-angle] is changing gradually to the thickness direction of a film.

[0056] If the front scattered plate for reflective mold liquid crystal displays shown in drawing 5 is taken for an example, since a liquid crystal display will be observed in general in many cases between a perpendicular and the direction (0 degree= transverse plane) (from an equipment transverse plane to a lower part) of -20 degree, about the incident light 8 which is 30 degrees whenever [incident angle], it is desirable to consider as the scattered light 9 which shifted the core of an optical axis. (The outgoing radiation include angle of the scattered light 9 will center the outgoing radiation include angle of the scattered light 10 on -20 degrees focusing on +20 degrees)

[0057] For this reason, whenever [tilt-angle / of the part from which a refractive index differs to the film thickness direction so that the incident

light from 30 degree may be scattered in the direction which shifted 10 degrees of cores of an optical axis] makes the light-scattering film 1 shown in drawing 5 the structure which changed gradually.

[0058] The optical refraction in a film interface is taken into consideration in this example. Whenever [said tilt-angle] Near the film front face (on the drawing 1 sectional view) about [as opposed to / as described above / a film / as opposed to / about 19 degrees leans from the perpendicular, and whenever / tilt-angle / becomes small gradually toward there to a film rear face (under the drawing 1 sectional view), and / a film near the film rear face / from a perpendicular] -- it is considering as the structure which carried out the 6.5" inclination.

[0059] Since the magnitude of the part from which a refractive index differs produces light scattering, it is random and is irregular, but in order to give required dispersion nature, the average magnitude is suitably chosen from 0.1 micrometers within the limits of 300 micrometers according to the required dispersion nature in each application for a diameter.

[0060] Dispersion nature with about **40-degree dispersion breadth was obtained by considering as the shade pattern which consists of height of a refractive index with 12-micrometer average magnitude as an example.

[0061] Moreover, in order to give directivity to light scattering, the lengthwise direction of a film (drawing 1 top view) and the longitudinal direction are changed in the average magnitude of the part from which a refractive index differs.

Although the average size in a lengthwise direction was 12 micrometers since light scattering was produced as an example in the shape of [which was extended to the lengthwise direction] an ellipse, lateral average size is considering as the oblong configuration of 50 micrometers, and the light-scattering film which has the dispersion directivity of about **10 degrees in a lengthwise direction in about **40 degrees and a longitudinal direction was obtained.

[0062] Moreover, although the light-scattering film of this invention was unified and stated in vocabulary called a film in this specification, it may be the sheet formed on a hard substrate like a glass substrate or a resin substrate, for example.

[0063] Therefore, in the liquid crystal display of drawing 5, as shown in this drawing, even if the light-scattering film 1 of this invention is not a film of another object, it may be the gestalt formed on the front windshield 11 of a liquid crystal panel 6 in a liquid crystal panel 6.

[0064] Even if the light-scattering film 1 of this invention is which by the side of the observer of a

front windshield 11, or a liquid crystal layer at this time, it can use for the above-mentioned function without a change.

[0065] Hereafter, a means to produce the light-scattering film of this invention is explained. The light-scattering film of this invention is producible with an optical exposure means.

[0066] Drawing 6 is the explanatory view showing an example of the optical system which produces the light-scattering film 1 of the structure shown in drawing 1 using a speckle pattern. Ground glass 16 is irradiated with the laser light 15 which came out of the laser light source 14. The predetermined distance F is kept from a field opposite to the laser radiation side of ground glass 16, sensitive material 19 is arranged to it, and exposure record of the speckle pattern which is a complicated interference pattern which the laser light which carried out transparency dispersion by ground glass 13 makes is carried out at sensitive material 19.

[0067] Under the present circumstances, like illustration, since only the predetermined include angle alpha inclines and the laser light 15 and sensitive material 19 are arranged, a speckle pattern will incline in sensitive material and exposure record only of the predetermined include angle will be carried out.

[0068] Since this include angle will be equivalent to the inclination (namely, whenever [incident angle / which is shown in drawing 2] the dispersion peak include angle theta of selectivity) of the part from which the refractive index in the light-scattering film 1 differs, said include angle is suitably chosen within the limits of about 0 to 60 degrees according to an application. The inclination of the part from which the refractive index in the light-scattering film 1 differs with a natural thing, and whenever [incident angle], since the optical refraction phenomenon in a film interface intervenes, the dispersion peak include angle theta of selectivity is a different include angle.

[0069] Moreover, depending on the sensitive material which uses the dispersion peak include angle theta of selectivity whenever [incident angle], it may differ from alpha by down stream processing, such as record and development, whenever [angle-of-inclination / of the laser light 15 and sensitive material 19].

[0070] The laser light source 14 used for exposure record can be used according to the sensibility of sensitive material in wavelength (514.5nm of an Ar ion laser, 488nm, or 457.9nm), choosing it suitably. Moreover, also except an Ar ion laser, if it is the good laser light source of coherent nature, it is usable, for example, helium neon laser, krypton ion laser, etc. can be used.

[0071] Moreover, the sensitive material 19 used here needs to be the sensitive material which can record the gestalt of change of the refractive index of the exposure section and the unexposed section by laser light, and needs to be an ingredient which has resolution higher than the shade pattern which it is going to record, and can record a pattern also in the thickness direction.

[0072] As such a record ingredient, the sensitive material for volume mold holograms can be used, and eight Esilver salt sensitive-material 56 dry plate for the Agfa holograms, the sensitive-material HRF film for the Du Pont holograms or dichromated gelatin, a DMP[by the Polaroid company]-128 record ingredient, etc. are usable.

[0073] According to description (p. 266 to p.268) of "work November 25, 1994 issue besides light measurement handbook Asakura Publishing rice field happy Toshiharu", with a speckle pattern as concentration and a phase show a random value with a location to, the pitch diameter of a pattern is determined in inverse proportion to the include angle the magnitude of said pattern expects a diffusion plate to be from sensitive material. Therefore, when magnitude of a diffusion plate is enlarged perpendicularly [a horizontal twist], the pattern recorded on sensitive material becomes what has a perpendicular direction fine [a horizontal twist].

[0074] With the speckle pattern by the production approach in the optical system of drawing 6, the average size d of the speckle pattern with which the distance F of the wavelength λ of the laser light 15 and magnitude D of ground glass 16, the ground-glass 16 and sensitive-material 19 to be used is recorded will be determined, and, generally d is expressed with a degree type.

$d = 1.2\lambda F/D$ [0075] Moreover, average die-length t of the depth direction of this speckle pattern is expressed with $t = 4.0\lambda (F/D)^2$.

[0076] As mentioned above, the light-scattering layer 2 which has desired three dimension refractive-index distribution so that it may have desired dispersion nature can be obtained by optimizing the value of λ and F/D . As an example, when [$\lambda = 0.5$ micrometers] $F/D = 2$, it is set to $d = 1.2$ micrometers and $t = 8$ micrometers, the shade pattern on a film front face will be distributed by an average of 1.2 micrometers, and it will be distributed in the direction which followed whenever [said tilt-angle] in the thickness direction of a film in the magnitude of an average of 8 micrometers.

[0077] however, such magnitude -- to the last -- average magnitude -- it is -- actual -- a core [magnitude / such] -- size -- the part from which it is various magnitude and a refractive index differs

will be inclined and distributed in a front-face top and the depth direction.

[0078] If the light-scattering film produced by the above-mentioned means remains as it is, it goes across it in the thickness direction of a film theoretically, and it becomes Koto over whom the part from which it is whenever [changeless tilt-angle / same / ϕ], and a refractive index differs is distributed. (Refer to drawing 7 a)

[0079] "-- the outside of a shaft -- carrying out -- " -- in order to realize an anisotropy light-scattering film with a function, it is necessary to cross in the thickness direction of a film and to change whenever [said tilt-angle] gradually, and the means is explained below.

[0080] It is accomplished because fluctuating ϕ whenever [tilt-angle / of the part from which a refractive index differs] changes the film thickness L of the light-scattering film 1 with which the part from which a refractive index differs was already recorded. That is, when the film thickness L of the light-scattering film recorded by ϕ whenever [same tilt-angle / as shown in drawing 7 a] is made to increase to L' as shown in drawing 7 b, it is followed and ϕ is ϕ' whenever [tilt-angle]. The changing principle is used.

[0081] As film thickness is not uniformly changed over the whole and the thickness direction of a film shows to drawing 7 c, near the film front face (X the inside of drawing, near), there is no thickness fluctuation not much, and if increase of thickness is large, the off-axis anisotropic light-scattering film of this invention is realizable near the film rear face (Y the inside of drawing, near).

[0082] Since the arts which fluctuate thickness differ according to the ingredient which constitutes a light-scattering film, the case where the sensitive material for the Du Pont holograms "a HRF film" is used is explained as an example.

[0083] A HRF film laminates the "CTF film" marketed from the same Du Pont after exposure record of a hologram, and has the property that change own thickness of sensitive material and the playback color of a hologram is changed by predetermined processing (heating and UV exposure fixing).

[0084] Although this is well-known in the technical field concerned, it is also possible in this case to control fluctuation of thickness by that down stream processing.

[0085] "PROCEEDINGS OF SPIE" Volume 3637, p196, and Fig.7 in "Holographic Diffusive Reflectors for Reflective color LCDs" And the mechanism of the increment in thickness is a thing of the monomer in CTF being spread into the HRF film, and making the thickness increase

as described by the explanation. For this reason, at the side which faced CTF of HRF, thickness increases greatly by controlling the diffusion time of the monomer after laminating CTF and HRF, and there may be conditions which thickness does not increase so greatly in the opposite side which does not laminate CTF.

[0086] When the front scattered plate for reflective mold liquid crystal displays mentioned above is taken for an example, an anisotropy light-scattering film with the above-mentioned means on a HRF film After exposure record (whenever [tilt-angle] 19 degrees), a CTF film -- a HRF film rear-face side -- laminating -- about 40-second 120 degrees C -- warming -- by performing fixing by UV exposure, after leaving it Whenever [tilt-angle / of the part from which a refractive index differs in the film thickness direction] can obtain the off-axis anisotropic light-scattering film which is about 6.5 degrees about 19 degrees and near the rear face near the film front face.

[0087] In order to give dispersion directivity to the light-scattering film 1, it is in every direction, the magnitude of the ground glass used by the optical system of drawing 6 is changed, and it can realize by arranging the ground glass 16 made into the rectangle or the ellipse form to optical system.

[0088] If an example is given, magnitude D of ground glass 16 differs in the direction of length (y), and the direction of width (x), supposing other conditions are the same as the above, by average size $dx=1.2\text{micrometer}$ of the longitudinal direction of a speckle pattern, it will be set to average size $dy=12\text{micrometer}$ of a lengthwise direction, and the speckle pattern of the average size of an aspect ratio 1:10 will be obtained the aforementioned $(F/Dx)=2$ and $(F/Dy) 20$.

[0089] Thus, the light-scattering film which has the dispersion anisotropy from which the dispersion nature of the direction in every direction differs by carrying out exposure record will be obtained.

[0090] An above-mentioned production means is an example to the last, this invention is not restricted to this and the light-scattering film of this invention may be realized also in the production approach which is not an optical exposure means.

[0091]

[Effect of the Invention] As mentioned above, by this invention, it has a dispersion anisotropy and the light-scattering nature of the both sides of dispersion directivity, and the light-scattering film which the color of display light not only does not change, but has the dispersion directivity of ***** with an observation location is offered.

[0092] That is, when light carries out incidence at

the include angle which light scattering produces with the light-scattering film of this invention about the light which carries out incidence at an angle of the predetermined range to a film, and light scattering produces while having selectivity in light-scattering nature whenever [incident angle], in order to function as a mere bright film about the light which carries out incidence at a different include angle from it, it has the dispersion directivity of producing the scattered light in the direction which removes an optical axis and is different from whenever [incident angle]. Therefore, it can dissociate according to whenever [to a film / incident angle], and the light which requires generating of light scattering, and light with unnecessary generating of light scattering can be deflected towards a request of the required scattered light.

[0093] Without producing unnecessary dispersion by the incident light to a display, when the light-scattering film of this invention is applied to a display, the brightness of a display in a proper observation location (about equipment transverse plane), minuteness, conspicuousness, and contrast are improved, and there is effectiveness of making dotage of a display image mitigate etc.

[0094] Moreover, since the part from which the refractive index within a light-scattering film differs is irregularly distributed on the film front face, color change of the outgoing radiation light according to an observation location which is seen by the hologram is not produced.

[0095] In addition, when light carries out incidence by whenever [incident angle / which light scattering produces], it is possible to also have dispersion directivity from which the breadth of the scattered light is in every direction, and differs. Therefore, outgoing radiation of the scattered light can be carried out only in the required range and direction, and as a result, when it uses for a display, there is effectiveness of raising the brightness of a display and contrast, without producing unnecessary dispersion.

[0096]

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The explanatory view showing the light-scattering film of this invention. (A top view and sectional view)

[Drawing 2] The graph which shows an example of selectivity whenever [incident angle / which the light-scattering film of this invention has].

[Drawing 3] The graph which shows an example of the outgoing radiation light intensity distribution which show the dispersion anisotropy (carrying out shaft outside function) which the light-scattering film of this invention has.

[Drawing 4] The explanatory view showing the

dispersion directivity which the light-scattering film of this invention has.

[Drawing 5] The sectional view showing an important section notionally about the reflective mold liquid crystal display using the light-scattering film of this invention.

[Drawing 6] The explanatory view showing an example of the optical system which produces the light-scattering film shown in drawing 1 using a speckle pattern.

[Drawing 7] The explanatory view showing notionally a production means to make it the light-scattering film of this invention shaft outside, and to give a function to it.

[Description of Notations]

- 1 -- Light-scattering film
- 2 -- Illumination light which carries out incidence from dispersion
- 3 -- The outgoing radiation scattered light from a light-scattering film
- 4 -- Illumination light which carries out incidence from transparency
- 5 -- Plot of the surveyed Hayes value
- 6 -- Liquid crystal panel
- 7 -- Reflecting plate
- 8 -- Circumference illumination light
- 9 -- Scattered light
- 10 -- Outgoing radiation scattered light
- 11 -- Front-windshield plate of a liquid crystal panel
- 12 -- Liquid crystal layer
- 13 -- Tooth-back glass plate of a liquid crystal panel
- 14 -- Laser light source
- 15 -- Laser light
- 16 -- Ground-glass
- 17 -- Beam expander
- 18 -- Collimator
- 19 -- Sensitive material

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.